

공개특허특2000-0010931

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl. 6
B23Q 15/00(11) 공개번호 특2000-0010931
(43) 공개일자 2000년02월25일

(21) 출원번호	10-1998-0709079		
(22) 출원일자	1998년11월11일		
번역문제출일자	1998년11월11일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1998/01074	(87) 국제공개번호	WO 1998/41357
(86) 국제출원출원일자	1998년03월13일	(87) 국제공개일자	1998년09월24일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴,		
	국내특허 : 아일랜드, 캐나다, 이스라엘, 일본, 대한민국, 미국,		

(30) 우선권주장	9-82194 1997년03월15일 일본(JP)
(71) 출원인	마키노 밀링 머신 주식회사 마키노 지로 일본, 도쿄 152-0031, 메구로-구, 나카네 2-쵸메, 3-19
(72) 발명자	요시다 준 일본, 카나가와 243-0308, 아이코-군, 아이카와-마치, 미마세, 359-3 카와나 아키라 일본, 카나가와 243-0308, 아이코-군, 아이카와-마치, 미마세, 359-3 이노우에 시나치 일본, 카나가와 243-0308, 아이코-군, 아이카와-마치, 미마세, 359-3 히사키 타즈야 일본, 카나가와 243-0308, 아이코-군, 아이카와-마치, 미마세, 359-3
(74) 대리인	문경진 조현석

심사청구 : 있음

(54) 가공 처리 장치

요약

공작기계(1)에 사용하는 제어 장치(100)는 가공물의 최종 형상에 관한 가공 형상 데이터(1a)와 가공될 소재의 재질과 형상에 관한 소재 데이터(1b)를 입력하기 위한 입력 수단(1)과, 가공물을 가공하기 위한 공작기계(11)의 기계 제원을 나타내는 기계 데이터 및 공작기계(11)에 고정되는 공구의 제원을 나타내는 공구 데이터 중 하나 이상을 기억시키기 위한 데이터 기억 수단(3)과, 가공물을 가공하기 위한 공구 경로를 생성하고, 상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여 공작기계(11)의 주축 회전 속도와 이송 속도를 포함하는 가공물을 가공하기 위한 조건을 결정하기 위한 공구 경로 결정 수단(5)을 포함한다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 공작기계용 제어 장치와, 제어 장치 및 공작기계를 포함한 가공 시스템에 관한 것인데, 이것은 소재를

공급하고, 최종 제품의 가공 형상에 관한 데이터(이후에는 가공 형상 데이터라 함)를 입력함으로써, 가공되는 상기 소재는 최종 제품이 제조될 수 있도록 가공 형상 데이터에 따라 가공된다.

배경기술

NC 공작기계로 소재를 가공하는 종래의 방법에 있어서, 첫 번째 단계는 가공될 제품의 형상을 표시한 도면을 작성하는 단계이다. 프로그래머는 상기 도면으로부터 가공 단계를 결정하고, 수동 또는 자동 프로그래밍 유닛으로 NC 프로그램을 생성한다. 오퍼레이터는 상기 NC 프로그램을 NC 공작기계에 입력함과 동시에, 상기 소재를 수동 또는 소재자동교환장치를 사용함으로써 NC 공작기계에 장착한다. 그리고 나서, 사용될 절삭 공구를 프리세트하고, 공구의 오프셋 되는 양을 한정한다. 그 다음에, NC 공작기계의 툴 매거진(tool magazine)에 절삭 공구를 장착한다. 그 후, NC 프로그램을 실행하여 소재를 가공하고 제품을 제조한다. 이들 단계를 가능한 한 자동화하고, 또한 프로그래머나 오퍼레이터가 가지고 있는 가공 단계의 노하우(know-how)를 반영할 목적으로, 다양한 발명이 지금까지 전개되고 있다.

먼저 인용되는 것은 심사되지 않은 일본 특허 공보 번호(Kokai) 4-315550호에 개시된 자동 프로그래밍 시스템이다. 상기 시스템은 소재의 가공 형상을 나타내는 데이터로부터 가공 형상을 추출하기 위한 형상 인식 수단과, 최적의 가공 조건을 기억시키기 위한 가공 조건 메모리와, 상기 가공 조건 메모리에 기억되어 있는 최적의 가공 조건을 자동적으로 설정하기 위한 자동 가공 조건 설정 수단을 포함한다. 따라서, 가공 조건은 오퍼레이터에 의해 상기 가공 조건을 설정하는 수동 작업 없이 자동적으로 설정되어, 흔히 수동 작업에서 수반되는 인간의 에러를 제거하여, 매우 양호한 가공 작업을 가능하게 할 수 있다. 더욱이, 오퍼레이터의 부담과 오퍼레이터가 가공하는데 걸리는 시간을 경감한다.

제 2의 종래 가공 시스템이 심사되지 않은 일본 특허 공보 번호(Kokai) 4-138504호에 개시되어 있다. 상기 시스템에 있어서, 재질과, 표면 조도, 및 치수 정밀도를 포함하는 소재에 관한 데이터를 미리 기억시키고, 제 1 신경망(neural network)에 의해서 가공 조건을 결정한다. 상기 가공 조건을 오퍼레이터가 수정할 수도 있다. 상기 시스템은 실제 가공 작업을 한 후, 가공 결과에 근거하여 가공 조건을 수정하여 수정된 가공 조건을 산출함과 동시에, 제 1 신경망의 웨이트(weight)를 수정하는 학습 수단을 더 포함한다. 더욱이, 상기 시스템은 가공 공정 중에 생성되는 불꽃, 소리 및 힘을 검출하기 위한 센서와, 가공 조건을 즉시 검출하여, 가공 조건을 동적으로 수정하기 위하여 데이터를 소정의 시간 한계로 평균화한 일시적 데이터로서 상기 센서로부터 데이터가 공급되는 제 2의 신경망을 포함하는 적응 제어 수단을 포함한다. 따라서, 숙련된 오퍼레이터 없이도, 최적의 가공 조건하에서 소재를 가공할 수 있다.

제 3의 종래 기술은 심사되지 않은 일본 특허 공보 번호(Kokai) 9-26811호에 개시된 수치 제어를 사용한 방법에 관한 것이다. 상기 방법에 따라서, 가공 공정과 공작 기계는 각종 정보 파일의 등록, 가공 패턴 데이터의 입력, 다듬질 패턴의 처리, 패턴 인식 및 가공 공정의 결정에 근거하여 간소화된 데이터 입력에 따라 최적으로 선택된다. 상기 방식에 있어서, 생산성이 높은 가공 영역과 가공 단계를 선택하고, 입력 패턴에 가장 적합한 공구와 가공 조건 및 공구 경로를 결정한다. 생산성과 가공 정밀도 둘 다 가공후의 계측 및 보정에 의해 더 개선된다.

가공해야 할 제품의 형상 데이터로부터 공구경로를 자동적으로 생성하는 기술은 잘 알려져 있다. 형상 데이터에 여러 가지의 가공 조건을 부가함으로써 NC 프로그램이 자동적으로 작성될 수 있다. 위에서 기술된 제 1의 종래 기술에 따라, 가공조건은 가공해야 할 제품의 형상 데이터에 근거하여 소정의 알고리즘에 따라서 데이터베이스로부터 선택된다. 이들 가공 조건은 정적 가공 조건이라 할 수 있다. 반대로, 제 2의 종래 기술은 일정하게 변화하는 가공 조건을 센서로 검출하고, 검출 결과에 근거하여 설정된 가공 조건을 신경망의 학습 기능을 이용하여 적응 제어하고, 그 결과 지속해서 변하는 가공 요구치에 따른 동적 가공 조건을 결정하는 것이다. 제 1 및 제 2의 종래 기술은 가공 조건의 자동 결정에 중점을 두고 있다.

제 3의 종래 방법에 있어서, 오퍼레이터는 데이터를 입력하고, 가공 조건은 제 1 및 제 2의 종래 기술과 유사한 기술을 사용하여 자동적으로 결정된다. 또한, 절삭 공구 및 공구경로의 자동 결정은 가공후의 계측과 보정으로 조합되어, 무인으로 원하는 제품을 다듬어 완료한다.

이들 종래 기술은 가공 조건을 피드백 하여 보정함으로써, 고정밀도와 높은 생산성을 확보하는 구조에 근거하지만, 가공 상태를 예측하여, 그 예측에 근거하여 공구 경로와 가공 조건을 결정함으로써, 고정밀도의 높은 생산성 가공 공정을 실현하도록 의도되지는 않는다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 공작기계 제어 장치를 도시한 블록도.

도 2는 데이터베이스를 도시한 블록도.

도 3은 공구 경로 결정 유닛을 도시한 블록도.

도 4는 가공 공정 결정 유닛을 도시한 흐름도.

도 5A 내지 도 5H는 가공 패턴의 타입을 개략적으로 도시한 도면.

도 6은 예측 연산 유닛을 도시한 블록도.

도 7A 및 도 7B는 가공 영역을 결정하는 방법을 설명하기 위한 개략도.

도 8A 및 도 8B는 본 발명의 효과를 설명하기 위한 개략도로서, 도 8A는 가공 형상 데이터 입력에 근거하여 작도된 형상을 도시하고, 도 8B는 본 발명과 종래 기술에 따라 제어 장치의 사용으로 가공 결과를 비교하기 위한 도면.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 공작기계 제어 장치와, 제어 장치 및 공작기계를 포함한 가공 시스템을 제공하는데, 이것은 의도된 제품이 자동적으로 높은 생산성으로 가공되는 동시에, 다듬어질 제품의 형상 데이터와 가공되는 소재의 데이터만으로 요구 정밀도를 충족시킬 수 있다.

본 발명의 다른 목적은 공작기계 제어 장치와, 제어 장치 및 공작기계를 포함한 가공 시스템을 제공하는데, 이것은 가공 요구치가 예측되고, 공구 경로와 가공 조건은 예측한 가공 요구치와 일치하도록 자동적으로 결정되어, 고정밀도의 고속도 가공 공정을 가능하게 한다.

본 발명이 제 1의 양상에 따라, 소재를 가공하기 위한 가공 형상 데이터가 공급된 공작기계 제어 장치가 제공되는 데, 상기 공작기계 제어 장치는 최종 소재 형상 및 가공될 소재의 재질과 형상에 대한 가공 형상 데이터를 포함한 소재 데이터를 입력하기 위한 입력 수단과, 소재를 가공하는데 사용되는 공작기계의 제원을 나타내는 선택된 하나 이상의 기계 데이터 및 공작기계에 보유된 공구의 제원을 나타내는 공구 데이터를 기억시키기 위한 데이터 기억 수단과, 소재를 가공하기 위한 공구 경로를 생성하고, 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여 공작기계의 주축 회전 속도와 이송 속도와 같은 소재를 가공하기 위한 조건을 결정하기 위한 공구 경로 결정 수단을 포함한다.

본 발명의 다른 양상에 따라, 소재를 가공하기 위한 가공 형상 데이터가 공급된 가공 시스템이 제공되는데, 상기 가공 시스템은 소재를 가공하는 공작기계와; 소재의 최종 형상 및 가공될 소재의 재질과 형상에 대한 가공 형상 데이터를 입력하기 위한 입력 수단과; 소재를 가공하는데 사용되는 공작기계의 제원을 나타내는 선택된 하나 이상의 기계 데이터 및 공작기계에 보유된 공구의 제원을 나타내는 공구 데이터를 기억시키기 위한 데이터 기억 수단과; 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여 공구와 소재간의 적어도 가공 부하 또는 간섭을 예측하기 위한 예측 연산 수단과; 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여 공구와 가공 패턴을 선택하고, 가공 공정을 결정하기 위한 가공 공정 결정 수단에 기억되는 데이터에 근거하여 공구와 가공 패턴과 가공 공정과, 예측 연산 수단에 의해 이루어진 예측 연산의 결과와, 입력 수단에 의해 입력되는 데이터 및 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여 공작기계의 주축 회전 속도와 이송 속도를 포함한 소재를 가공하기 위한 공구 경로를 생성하고, 소재를 가공하기 위한 조건을 결정하기 위한 공구 경로 결정 수단에 의해 생성되고 결정된 공구 경로와 가공 조건에 따라 공작기계의 작동을 제어하기 위한 수치제어 수단을 포함한다.

본 발명의 실시예는 첨부된 도면을 참조하여 기술될 것이다.

실시예

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 공작기계의 제어 장치(100)를 도시한 블록도이다.

제어 장치(100)는 주요 구성 요소로서, 입력 유닛(1), 데이터베이스(3), 공구 경로 결정 유닛(5) 및 예측 연산 유닛(7)을 포함한다. 상세하게 도시되지는 않았지만, 제어 장치(100)는 CPU, RAM, ROM, 입력/출력 인터페이스, 데이터 메모리 및 이들 구성 요소를 연결하기 위한 양방향성 버스로 구성될 수 있다.

오퍼레이터는 입력 유닛(1)으로부터 가공될 제품의 가공 형상 데이터(1a)를 입력한다. 상기 가공 형상 데이터(1a)는 예를 들면, CAD 데이터와 같은 전자 패턴 정보일 수 있다. 또한, 가공 형상 데이터(1a)는 가공 정밀도와 표면 조도에 관한 데이터를 포함한다.

입력 유닛(1)은 제품을 만들기 위해 가공되는 소재의 형상과 재질에 관한 데이터를 제공하는 소재 데이터(1b)가 더 공급된다. 소재 데이터(1b)는 공작기계(11)에 가공물을 장착하고 고정하기 위한 부속품, 팰릿 등과 같은 지그의 크기와 형상, 공작기계(11)상의 장착 위치 및 지그 상에 가공될 소재의 장착 위치에 관한 데이터를 포함한다. 입력 유닛(1)은 키보드뿐만 아니라, 플로피 디스크와 광자기디스크 같은 정보 매체와, 이들 구동 유닛 및 데이터를 기억하는 네트워크에 대한 인터페이스를 포함한다.

입력 유닛(1)을 통해 입력되는 데이터는 데이터 기억 수단으로서 기능하는 데이터베이스(3)에 기억된다. 데이터베이스(3)는 기계 데이터베이스(3a), 공구/홀더 데이터베이스(3b), 가공 조건 데이터베이스(3c), 재질 데이터베이스(3d), NC/서보 데이터베이스(3e) 및 입력 데이터베이스(3f)를 포함한다. 데이터베이스(3)는 하드디스크 드라이브 또는 광 디스크 장치와 같은 데이터 기억 유닛으로 구성될 수 있다. 데이터베이스(3)에 있는 기계 데이터베이스(3a), 공구/홀더 데이터베이스(3b), 가공 조건 데이터베이스(3c), 재질 데이터베이스(3d), NC/서보 데이터베이스(3e) 및 입력 데이터베이스(3f)는 다른 데이터 기억 유닛으로 구성되거나, 데이터베이스(3a 내지 3f) 각각에 할당된 다수의 영역으로 분할되는 단일 데이터 기억 유닛에 병합될 수 있다.

도 2를 참조하면, 기계 데이터베이스(3a)에 기억되는 데이터에는 각 이송축의 스트로크, 주축의 최대 회전 속도, 및 공작기계(11)의 최대 이송 속도에 관한 변수와, 온도에 대한 공작기계(11)의 변형 특성 및 가공물의 종량으로 인한 공작기계(11)의 변형 특성을 포함한다. 공구/홀더 데이터베이스(3b)에 기억되는 데이터는 공구 일련 번호, 공구 홀더의 크기와 형상, 공구 재질과 수명, 부하를 받는 공구의 트립(trip) 특성과 소모(run-out) 특성, 및 주축단의 크기와 형상을 포함한다. 가공 조건 데이터베이스(3c)에 기억되는 데이터에는 1날당 이송 속도와 절삭 속도, 픽(pick) 피드량, 냉각제의 유무, 가공 패턴, 다수의 가공 영역으로 가공 표면을 구동하기 위한 분할 데이터, 및 주어진 가공 표면을 가공하기 위한 최적의 공구를 선택하기 위한 기본 데이터를 포함한다. 재질 데이터베이스(3d)에 기억되는 데이터에는 재질의 타입, 경도, 인장강도, 탄성계수 등을 포함한다. NC/서보 데이터베이스(3e)에 기억되는 데이터에는 수치 제어 유닛의 제원, 설정 파라미터, 서보의 시간 상수, 및 이득(gain)을 포함한다. 입력 데이터베이스(3f)에는 입력 유닛(1)으로부터 입력되는 가공 형상 데이터(1a)와 소재 데이터(1b)를 기억하고 있다.

데이터베이스(3)에 기억되는 데이터에는 오퍼레이터에 의해 임의적으로 입력되는 데이터, 공작기계(11)에 등록되는 데이터 및 소정의 메모리에 기억되는 데이터 중 하나 이상의 데이터이다.

공구 경로 결정 유닛(5)은 도 3 및 도 4를 참조하여 기술될 것이다.

공구 경로 결정 유닛(5)은 아래에서 상세하게 기술될 가공 공정 결정 유닛(5a), 공구 경로 생성 유닛(5b), 가공 조건 결정 유닛(5c) 및 보정 유닛(5d)을 포함한다.

먼저, 입력 데이터베이스(3f)에 기억되는 가공 형상 데이터(1a)와 소재 데이터(1b)를 가공 공정 결정 유닛(5a)에 보낸다(단계 S11). 이들 데이터에 근거하여, 가공 공정 결정 유닛(5a)은 가공될 소재와 다듬질될 가공물의 가공 표면 형상을 인식한다. 그리고 나서, 가공 공정 결정 유닛(5a)은 표면의 곡률, 경사 및 깊이가 가공 조건 데이터베이스(3c)에 기억되는 표면 분할 데이터와 가공 표면의 인식된 형상에 근거하여 표면 파라미터로서 가공되도록, 다수의 가공 영역으로 가공 표면을 분할한다(단계 S13). 그 후, 표면을 가공하기 위해 최적의 공구를 선택하기 위한 가공 조건 데이터베이스(3c)에 기억되는 기본 데이터와 가공 패턴 중에서, 가공 공정 결정 유닛(5a)은 표면 파라미터 각각에 따라 가공 영역 각각을 가공하기 위해 최적의 공구와 최적의 가공 패턴을 선택한다(단계 S15). 상기의 경우에서, 예를 들면 스캔 경로를 따라 가파른 경사를 가공하는 곳에서는, 공구는 과부하가 걸리거나 심한 진동이 발생한다. 상기의 현상을 방지하기 위하여, 윤곽을 따르는 가공 경로가 가파른 경사에 대해 선택된다. 동시에, 냉각이 공급되는 요구의 유무에 관한 데이터가 가공 조건 데이터베이스(3c)로부터 입력된다. 다음에, 각각의 가공 영역을 가공하는 순서가 결정된다(단계 S17).

가공 패턴의 예들이 도 5A 내지 도 5H에 도시되어 있다. 도 5A는 스캔 가공 경로를 도시하고, 도 5B는 윤곽 가공 경로를 도시한다. 도 5C는 스캔 가공 경로, 즉 소위 가공물을 갖는 일부분만을 가공 영역으로 설정함으로써 절삭효율을 향상시키도록 의도된 캐릭터 라인 가공 경로를 도시하고, 도 5D는 중심점(0)에서 반경방향의 가공 경로를 도시한다. 도 5E는 수직 방향을 따라 매년 소정의 양으로 절삭되는 주철과 같은 재료의 최종 형상으로부터 가

공물을 점진적으로 오프셋으로 인한 최종 형상까지 실질적으로 소정의 표준 공차를 갖는 가공물에 대한 윤곽 가공 경로를 도시하고, 도 5F는 수직 방향을 따라 점진적으로 매번 소정의 양으로 절삭되는 주철과 같은 재료의 최종 형상으로부터 그것의 최종 형상까지 실질적으로 소정의 표준 공차를 갖는 가공물에 대한 스캔 가공 경로를 도시한다.

도 5G는 가공물에 의해 커버된 일부분만으로 가공 영역을 한정하고, 가공물에 의해 커버되는 부분의 가공 작업을 시작함으로써 절삭 효율을 개선되도록 의도되거나, 가공물이 예를 들면, 최종 형상에 접근할 때 픽 피드량을 감소시키도록 의도된 윤곽 가공 경로를 도시한다. 도 5H는 가공 경로를 도시하는데, 상기 가공 경로에서는 가공 영역의 경계가 인접한 가공 영역과 자동적으로 겹쳐지고, 공구는 겹친 부분에서 원활하게 철회되어 경계에서 중심 불일치를 방지한다. 예를 들면, 공구는 가공 영역을 향하여 특정 공구의 크기와 관련된 공구 경로를 벗어나 소정의 거리를 릴리프 포인트(relief point)로부터 수직선을 따라 이동되기 시작하고, 가공 경로 내에서 공구는 가공 영역을 절삭하기 위하여 특정 공구의 크기에 상응하는 공구 경로를 따라 이동된다. 이들 가공 패턴은 원하는 가공 패턴이 각 가공 영역의 곡률, 경사 및 깊이와 같은 상응하는 표면 파라미터에 대해 선택될 수 있는 방식으로 축적된 노하우를 반영하는 패턴으로 데이터베이스(3)에 기억되어 있다. 도시된 가공 패턴은 본 발명이 제한되지 않는 몇 가지 예만을 나타낸다.

가공 공정 결정 유닛(5a)으로 결정된 가공 영역, 공구, 가공 패턴 및 가공 순서에 관한 데이터를 공구 경로 생성 유닛(5b)에 보낸다. 공구 경로 생성 유닛(5b)은 1날당 이송 속도, 절삭 깊이 및 픽 피드 길이에 관한 최적치를 결정하여, 가공 영역, 공구, 가공 패턴, 소재 데이터(1b)에 관한 데이터, 특히 입력 데이터베이스(3f)에 기억되는, 가공될 소재의 재질에 관한 데이터, 및 재질 데이터베이스(3d)에 기억됨과 동시에 공구 경로와 픽 이송 경로를 생성하는 재질의 타입, 인장강도, 및 탄성계수에 관한 데이터와 일치하는 가공 조건 데이터베이스(3c)에 기억되는 다양한 양의 이들 파라미터로부터 특정 가공물을 가공한다. 공구 경로와 픽 이송 경로는 가공 조건 데이터베이스(3c)에 기억되는 공식에 따라 생성된다.

공구, 가공 패턴 및 가공 공정을 선택하고 결정하는 가공 공정 결정 유닛(5a) 대신에, 오퍼레이터는 임의적으로 공구, 가공 패턴 및 가공 공정에 관한 데이터를 입력할 수 있다.

다음에, 가공 조건 결정 유닛(5c)은 공구 경로 생성 유닛(5b)으로부터 입력되는 연산 결과에 근거하여 이송 속도, 절삭 속도 및 1날당 픽 이송 속도로부터 공작기계(11)의 주축 회전 속도와 이송 속도를 결정함과 동시에, 공정의 각 단계에서 공구 교환 명령과 나중에 설명될 센서 유닛(13)에 의해 계측 단계를 삽입하는 명령을 수치 제어 유닛(9)에 적용한다.

보정 유닛(5d)은 나중에 기술될 예측 연산 유닛(7)으로부터 입력되는 예측 연산 결과에 근거하여 공구 경로 생성 유닛(5b) 또는 가공 공정 결정 유닛(5a)에 보정 명령을 한다.

가공 조건 결정 유닛(5c)으로 가공 조건을 결정하는 대신에, 오퍼레이터에 의해 임의적으로 입력되는 가공 조건 또는 소정의 메모리에 기억되는 가공 조건이 동등하게 효과적으로 사용될 수 있다.

수치 제어 유닛(9)은 일반적으로 잘 알려진 NC 유닛(9a)과, 공작기계(11)의 주축 회전수를 제어하기 위한 서보 모터와 증폭기를 구비한 서보 시스템(9b)을 포함한다. 상세하게는, NC 유닛(9a)은 잘 공지된 바와 같이, 공구 경로 데이터와 가공 조건 데이터에 근거하여 X, Y 및 Z 이송축 각각을 이동시키기 위한 명령을 발생시킴과 동시에, 공작기계(11)의 주축을 시작/중지, 냉각제를 턴 온/오프, 공구를 자동적으로 교환 및 팔릿을 자동적으로 교환 등을 하기 위한 명령을 한다. 서보 시스템(9b)은 NC 유닛(9a)으로부터 이동 명령에 반응하여, 이송축의 서보 모터를 제어한다. 상기 방식에서, 공작기계(11)는 수치 제어 유닛(9)에 의해 제어된다.

공작기계(11)는 예를 들면, 자동 공구 교환장치를 구비한 머시닝 센터와 같은 잘 알려진 장치이다. 공작기계(11)는 센서 유닛(13)을 포함하는데, 센서 유닛(13)은 컬럼과 베드, 냉각제 및 공작기계(11)가 설치된 환경과 같은 기계의 여러 가지 요소의 온도를 측정하기 위한 서미스터와 같은 온도 센서를 구비한 기계 센서와, 공작기계(11)의 모터에 적용되는 전류값을 측정하기 위한 전류계와, 공작기계(11)에 장착된 공구 선단의 길이, 직경 및 형상을 측정하기 위한 공구 센서, 및 가공될 가공물의 형상을 측정하기 위한 가공물 센서를 포함한다. 센서 유닛(13)에 의해 검출된 값을 나중에 기술될 예측 연산 유닛(7)에 보낸다. 센서 유닛(13)의 공구 센서에 의해 측정된 공구 길이, 공구 직경, 회전시 공구의 진동, 편심 등이 데이터 보정 유닛(15)을 통해 데이터베이스(3)의 공구/홀더 데이터베이스(3b)로 보내진다. 따라서, 데이터베이스(3)의 내용 특히, 공구의 마찰 특성과 유효 수명 특성 및 진동 특성이 보정되어 갱신된다.

또한, 센서 유닛(13)의 기계식 센서에 포함되는 온도 센서에 의해 측정된 기계 본체의 여러 가지 요소의 온도, 냉각제 온도, 환경의 온도 등이 데이터 보정 유닛(15)을 통해 데이터베이스(3)의 기계 데이터베이스(3a)에 적용되

어, 기계 데이터베이스(3a)의 관련 부분이 보정되고 갱신된다. 대안으로서, 작업시 동작기계(11)의 위치 에러는 센서 유닛(13)의 가공물 센서에 의해 측정된 가공 에러로부터 연산되고, 데이터 보정 유닛(15)을 통해 데이터베이스(3)의 기계 데이터베이스(3a)에 적용되어, 기계 데이터베이스(3a)의 상응하는 부분이 보정되고 갱신된다. 가공 에러 데이터로부터 보정 데이터를 생성하기 위해 센서 유닛(13)의 가공물 센서에 의해 측정된 가공 에러를 공구 경로 결정 유닛(5)의 보정 유닛(5d)으로 보내고, 보정된 공구 경로가 재가공을 위해 공구 경로 생성 유닛(5b)에 의해 생성되는 방법을 사용하는 것이 또한 가능하다.

이제, 예측 연산 유닛(7)이 도 6을 참조하여 기술될 것이다.

예측 연산 유닛은 주요 구성 요소로서, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a), 기계 거동 시뮬레이션 유닛(7b), 소재 시뮬레이션 유닛(7c) 및 공구 거동 시뮬레이션 유닛(7d)을 포함한다.

가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 입력 데이터베이스(3f)로부터 가공 형상 데이터(1a)와 소재 데이터(1b)를 수신하고, 또한 공구/홀더 데이터베이스(3b)로부터 가공 공정 결정 수단(5a)에 의해 결정된 공구의 치수와 형상, 공구 홀더 및 주축단을 수신한다. 게다가, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 공구 경로 생성 유닛(5b)에 의해 결정되고 연산된 이송 속도, 절삭 속도, 픽 피드량, 공구 경로 및 1날당 픽 피드 경로를 수신하고, 또한 가공 조건 결정 유닛(5c)에 의해 결정된 주축 회전 속도와 이송 속도를 수신한다.

가공 공정을 시작하기 전에, 다시 말하면 공구 경로 결정 유닛(5)이 먼저 공구 경로 또는 이런 종류의 다른 것을 생성할 때, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 공구, 공구 홀더 또는 주축단이 가공 형상 데이터(1a), 소재 데이터(1b), 및 공구와 공구 홀더 및 주축단의 형상 및 치수, 공구 경로와 픽 피드 경로에 근거하여 가공 작업 동안 가공물과 간섭하는지를 예측한다. 주어진 가공 영역에서 가공 작업 동안 간섭이 예측되는 경우에, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 가공 공정 결정 유닛(5a)에 가공하지 않는 영역과 동일한 가공 영역을 한정하라고 지시한다. 특정의 가공하지 않는 영역이 다른 공구로 가공될 수 있는 경우에, 또는 가공하지 않는 영역의 가공 패턴을 바꾸는 경우에, 그러면 가공 공정 결정 유닛(5a)은 공구나 가공 패턴을 바꾸고, 경우에 따라서, 가공 영역, 공구, 가공 패턴, 및 가공 순서를 다시 결정하고, 그 결과를 공구 경로 결정 유닛(5)에 보낸다. 다음에, 상기 공정이 다시 실행된다. 다른 한편으로, 공구나 가공 패턴을 바꿀 수 없는 경우에, 가공 공정 결정 유닛(5a)은 공구 경로 결정 유닛(5)에 가공 공정으로부터 제거된 가공하지 않는 영역과 함께 가공 순서를 보낸다.

가공 영역을 결정하기 위한 방법의 예가 도 7A 및 도 7B를 참조하여 설명될 것이다. 주어진 공구와 간섭함이 없는 영역(21a)이 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)에서 연산에 의해 예측되고, 특정의 공구로 가공될 수 있는 영역이 66°이하의 표면 경사를 갖는 영역(21b)(도 7A)으로 한정될 수 있다고 가정하자. 2개의 영역이 겹쳐진 부분이 가공 영역(21c)(도 7B)으로 결정된다.

가공 공정 결정 유닛(5a)은 가공될 범위를 도 7A 및 도 7B에 도시된 방법과 같이, 공구와 가공물간의 간섭 체크로 결정된 가공 영역간, 가공물과 공구간의 임의의 간섭에 대해 입력 유닛(1)으로부터 입력되는 가공 형상 데이터(1a)를 체크함으로써 임의로 결정된 가공 영역간, 및 입력 유닛(1)으로부터 입력되는 가공 형상 데이터(1a)에 포함된 표면 경사, 표면 곡률 및 깊이에 따라 결정된 가공 영역간의 겹쳐진 부분으로 선택적으로 한정할 수 있다.

가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 실시간에 유사한 간섭에 대해 추가로 체크하고, 또한 가공 공정을 시작한 후에도 체크한다. 공구와 가공물간의 간섭이 체크의 결과로 예측되는 경우에, 간섭을 지시하는 데이터가 공구 경로 생성 유닛(5b)에 적용된다. 공구 경로 생성 유닛(5b)은 Z-축을 따르는 것과 같은 간섭을 회피하는 가공 루트를 연산하고 생성한다.

또한, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 가공 형상 데이터(1a), 소재 데이터(1b), 가공 패턴 및 공구 경로에 근거하여, 가공되는 가공물의 내각(內角) 부분을 예측하는 동시에, 실제 가공 작업은 계속 진행된다. 예측 결과를 가공 조건 결정 유닛(5c)에 적용하고, 가공 조건 결정 유닛(5c)은 내각 부분에서 공구 이송 속도를 감속하기 위한 가공 조건을 생성한다.

게다가, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 공구 경로 생성 유닛(5b)으로 결정되고 연산된 소재 데이터(1b), 이송 속도, 절삭 속도, 픽 피드량 및 1날당 공구 경로로부터 가공 부하를 연산하여 예측하고, 또한 가공 조건 결정 유닛(5c)에 의해 결정된 주축 회전 속도와 이송 속도로부터 가공 부하를 연산하여 예측한다. 더욱이, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 현재의 형상 또는 가공될 가공물, 공구와 가공물간의 접촉점 및 가공물 중량을 가공 공정 결정 유닛(5a)에 의해 결정된 가공 형상 데이터(1a), 소재 데이터(1b), 공구의 형상과 치수, 공구 홀더 및 주축단으로부터 예측하고, 또한 공구 경로 생성 유닛(5b)에 의해 결정되고 연산된 픽 피드량과 공구 경로로부터 예측한다.

또한, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 가공 조건 결정 유닛(5c)에 의해 결정된 가공 조건과 예측된 가공물 중량 변화에 근거하여 가공물의 부하 관성을 예측한다. 예측된 부하 관성은 수치 제어 유닛(9)의 서보 시스템(9b)에 관한 파라미터를 보정하기 위해 수치 제어 유닛(9)에 적용된다.

공구와 가공물간의 예측된 접촉점에 근거하여, 주어진 공구 경로를 따라 이동하는 공구로 가공물을 절삭할 수 없는, 소위 "에어 컷(air cut)"이 예측되는 경우에, 그러면 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)은 가공 조건 결정 유닛(5c)에 사실을 알리는 데이터를 보낸다. 반응하여, 가공 조건 결정 유닛(5c)은 에어-컷 예측된 영역을 통해 최대 이송 속도에서 공구 경로를 따라 공구를 이동시키기 위하여 수치 제어 유닛(9)에 명령을 줄 수 있다.

기계 거동 시뮬레이션 유닛(7b)은 기계 데이터베이스(3a)에 기억되는 온도에 대해 기계의 열변형 특성에 관한 데이터와 센서 유닛(13)의 온도 센서로부터 공급된 온도 데이터에 근거하여 공작기계(11)의 열변형을 예측한다. 또한, 기계 거동 시뮬레이션 유닛(7b)은 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)으로 예측 연산된 가공물 중량 데이터와, 기계 데이터베이스(3a)에 기억되는 가공물 중량 하에서 기계의 변형 특성 데이터에 근거하여 가공물 중량으로 인한 공작기계(11)의 변형을 예측한다.

소재 시뮬레이션 유닛(7c)은 입력 데이터베이스(3f)로부터 가공 형상 데이터(1a)와 소재 데이터(1b)를 수신하고, 또한 공구/홀더 데이터베이스(3b)와, 가공 공정 결정 유닛(5a)에 의해 결정된 공구의 치수와 형상, 공구 홀더, 및 주축단으로부터 수신한다. 게다가, 소재 시뮬레이션 유닛(7c)은 공구 경로 생성 유닛(5b)으로 결정되고 연산된 이송 속도, 절삭 속도, 피드량, 공구 경로 및 1날당 피 이송 경로를 수신하고, 또한 가공 조건 결정 유닛(5c)에 의해 결정된 주축 회전 속도와 이송 속도를 수신한다. 소재 시뮬레이션 유닛(7c)은 데이터베이스로부터 수신된 데이터에 근거하여 각 순간에 가공될 가공물의 중간 형상을 예측 연산하고, 예측 연산 결과를 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)과 기계 거동 시뮬레이션 유닛(7b)에 적용한다.

공구 거동 시뮬레이션 유닛(7d)은 공구의 트립과 소모를 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)에 의해 예측된 가공 부하에 관한 데이터로부터 예측하고, 공구/홀더 데이터베이스(3b)에 기억되는 공구 부하에 대해 트립과 소모 특성에 관한 데이터로부터 예측한다. 공구 거동 시뮬레이션 유닛(7d)은 공구/홀더 데이터베이스(3b)에 기억되는 공구 수명에 관한 데이터와, 가공 상태 시뮬레이션 유닛(7a)에 의해 예측된 가공 부하, 가공 접촉점, 절삭 속도 및 가공 시간으로부터 공구의 마모량과 마모 분포를 연산에 의해 예측한다. 마모 분포란 예컨대, 볼 엔드 밀(ball end mill)의 경우, 상기 밀의 선단이 마모하는지에 관해서 예측하고, 선단이 마모하는 부분, 즉 직선 부분인지 다른 부분의 마모인지를 예측하는 것이다. 상기 마모의 예측 연산에 근거하여, 마모의 예측 연산으로부터 공구의 유효 수명에 도달하였는지의 여부를 판단한다. 또한, 센서 유닛(13)의 공구 센서는 회전하는 동안 공구 형상(공구의 직경, 길이, 중심 위치, 방향 등)의 변화에 근거하여 예측값을 보정한다.

공구 거동 시뮬레이션 유닛(7d)에서 예측 연산된 트립을 공구 경로 결정 유닛(5)의 보정 유닛(5d)에 보낸다. 예측된 공구 트립이 소정의 값보다 더 큰 경우에, 공구 경로 생성 유닛(5b)은 공구 트립을 고려하는 공구 경로를 생성한다. 예컨대, 가공물과 공구를 수평 방향으로 서로에 대해 상대적으로 이동하는 동안 큰 가공 부하가 걸리는 경우에, 공구는 이동 방향의 앞쪽 트립에 관한 방식으로 변형한다. 그러므로, 공구 선단의 이동은 주축 좌표에 뒤떨어진다. 결과적으로, 주축에 대한 공구 선단이 요구되는 가공 작업을 가능케 하기 위하여 소정의 가공 위치로 이동시키는 방식으로 보정되는 이송 속도를 요구한다. 따라서, 고정밀 가공 작업이 가능하다.

이제, 디스플레이 유닛(17)을 설명할 것이다. 디스플레이 유닛(17)은 화상 처리 유닛(17a)과 CRT와 같은 모니터(17b)를 포함한다. 디스플레이 유닛(17)은 공구 경로 결정 유닛(5)의 가공 공정 결정 유닛(5a)에서 결정된 가공 영역, 가공 패턴, 공구의 형상과 일련 번호 등을 디스플레이할 수 있다. 화상 처리 유닛(17a)은 가공 영역의 곡률, 경사 및 깊이에 관한 데이터를 가공 공정 결정 유닛(5a)으로부터 수신하고, 각 영역을 다른 색깔로 3차원적으로 디스플레이하기 위한 데이터를 생성할 수 있다. 게다가, 도 1에 상세하게는 도시되지는 않았지만, 화상 처리 유닛(17a)은 데이터베이스(3), 예측 연산 유닛(7), 수치 제어 유닛(9) 및 센서 유닛(13)에 연결되어, 이들 구성 요소 각각으로부터 정보를 그래픽 또는 텍스트로 디스플레이할 수 있다. 디스플레이 유닛(17)은 예를 들면, 예측 연산 유닛(7)으로부터의 데이터에 근거하여 가공물-공구간의 간섭 체크한 결과를 그래픽으로 디스플레이할 수 있다. 게다가, 입력 데이터베이스(3f)에 입력되는 가공 형상 데이터(1a)에 포함된 가공 정밀도에 관한 데이터와 센서 유닛(13)에서 얻어진 가공물 형상 측정 데이터를 서로 비교하여 디스플레이할 수 있다. 또한, 이미 기술된 것처럼, 가공물-공구간의 간섭을 회피하는 가공 경로를 따라 절삭되지 않고 남아 있는 가공물 부분을 그래픽으로 디스플레이하는 것이 가능하다.

본 발명의 실시예에 따른 작업을 기술할 것이다.

먼저, 오퍼레이터는 가공 형상 데이터(1a)와 소재 데이터(1b)를 입력 유닛(1)으로부터 데이터베이스(3)로 입력한다. 따라서, 입력되는 가공 형상 데이터(1a)와 소재 데이터(1b) 및 데이터베이스(3)에 기억되는 데이터에 따라서,

공구 경로 결정 유닛(5)은 가공 영역, 공구, 가공 패턴 및 가공 공정을 선택하고 결정한다. 다음에, 공구 경로 결정 유닛(5)의 공구 경로 생성 유닛(5b)으로 공구 경로를 결정하고, 가공 조건 결정 유닛(5c)으로 가공 조건을 결정한다. 생성되고 결정된 공구 경로와 가공 조건을 포함하는 기계 구동 데이터에 따라서, 수치 제어 유닛(9)의 제어 하에서 공작기계(11)를 구동시킨다. 이러한 방법으로, 가공물을 가공하고, 제품을 완성한다.

공정에서, 예측 연산 유닛(7)은 입력 유닛(1)으로부터 오퍼레이터에 의해 입력되는 가공 형상 데이터(1a)와 소재 데이터(1b) 및 데이터베이스(3)에 기억되는 여러 가지 데이터에 근거하여 가공 부하와 가공물-공구간의 간섭을 예측하기 위해 다양하게 연산을 한다. 예측 연산 결과를 공구 경로 결정 유닛(5)의 가공 공정 결정 유닛(5a)에 적용한다. 따라서, 공구, 가공 패턴 및 가공 공정은 예측 연산 결과에 따라 예측 연산 유닛(7)으로 결정된다. 유사한 방식으로, 예측 연산 유닛(7)으로 예측 연산된 결과에 근거하여, 공구 경로 결정 유닛(5)의 공구 경로 생성 유닛(5b)으로 공구 경로를 결정하고, 가공 조건 결정 유닛(5c)으로 가공 조건을 결정한다.

상술된 바와 같이, 본 발명에 따라, 입력 유닛(1)으로부터 입력되는 가공 형상 데이터(1a)와 소재 데이터(1b) 및 데이터베이스(3)에 기억되는 데이터에 근거하여, 가공 부하와 가공물과 공구간 간섭 등을 예측하기 위해 예측 연산 유닛(7)으로 여러 가지 연산을 미리 수행한다. 바꾸어 말하면, 가공물을 먼저 가공하고 가공 상태의 검출 및 피드백 하여 최적으로 작업을 제어하려는 시도인 종래 기술과는 달리, 본 발명에 따른 방법은 예측 연산을 시작하고, 예측 연산 결과를 피드포워드 시켜서 가공물을 가공하는데 사용한다. 또한, 검출된 가공 요구치를 피드백 하여, 피드포워드 제어의 정밀도를 더욱 향상시키도록 한다. 따라서, 작업을 최적화하게 하고, 가공물을 고정밀도로 가공하고 종래 기술보다 더 빠르게 이동시킬 수 있다.

상술한 설명으로부터 알 수 있듯이, 본 발명에 따라, 오퍼레이터는 가공될 제품에 관한 형상 데이터 및 장착되어 가공될 가공물의 형상과 재질에 관한 데이터만을 입력한다. 따라서, 요구되는 정밀도를 만족시키는 공정이 적당한 공구 경로를 따라 적당한 가공 조건하에서 적당한 공구로 자동적으로 실행되기 때문에, 정밀 상태를 만족시키는 가공물을 가공하는 작업이 더 짧은 시간 길이 내에서 자동적으로 실행될 수 있다.

종래 기술과 본 발명간의 비교 예가 도 8A 및 도 8B에 도시되어 있다. 도 8에 도시된 것처럼 도면에 근거하여 가공 형상 데이터를 입력하는 경우에, 종래 기술에 따라, 공구의 이송 속도가 너무 높게 유지되어서, 예를 들면, 가공 작업을 수행할 때 가공물을 6 m/min으로 가공한다고 가정하자. 도 8B에 일점쇄선(도면 번호 23a, 23b로 지시된 부분)으로 도시된 것처럼, 모서리는 흔히 바람직하지 못하게 무디고, 곡률 반경은 짧다(번호 23c로 지시된 부분). 게다가, 종래 기술에 따라, 공구를 고속도로 주변을 따라 공급하는 경우에, 번호(23d)로 도시된 것처럼 진원도가 감소되거나, 번호(23e)로 도시된 것처럼 두께가 증가한다. 다른 한편으로, 종래 기술에서 공구 이송속도를 200 mm/min으로 줄인다면, 번호(23f, 23g)로 도시된 것처럼 고정밀도 가공 작업이 가능하다. 반대로, 본 발명에 따라, 도 8B에 일직선으로 도시된 것처럼, 상술한 불편함이 가공 작업이 고속도로 유지된 공구를 공급한 채 수행될 때라도 발생되지 않는다. 상기는, 예측 연산 유닛(7)이 가공 부하의 예측값을 연산하고, 공구와 가공물간의 간섭을 미리 체크하고, 데이터베이스(3)에 기억되는 여러 가지 데이터를 적절히 사용한다는 사실의 이유에서만 달성될 수 있다.

산업상이용가능성

본 발명은 위에 개시되어 있는 것에 제한되지 않으며, 다양한 변경과 변화가 첨부된 도면의 범주에서 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 이해될 것이다

(57)청구의 범위

청구항1

가공물을 가공하기 위해 입력되는 가공 형상 데이터를 갖는 공작기계 제어 장치에 있어서,

가공물의 최종 형상에 관한 가공 형상 데이터와, 가공하기 전에 가공물의 재질 및 형상에 관한 소재 데이터를 입력시키기 위한 입력 수단과,

상기 가공물을 가공하기 위한 상기 공작기계의 기계 제원 및/또는 상기 공작기계에 고정되는 절삭 공구의 제원을 나타내는 기계 데이터를 기억시키기 위한 데이터 기억 수단과, 그리고

상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 상기 가공물을 가공하기 위한 공구 경로를 생성하고, 상기 가공물을 가공하기 위해 상기 공작기계의 주축 회전 속도와 이송 속도를 포함하는 조건들을 결정하기 위한 공구 경로 결정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항2

제 1항에 있어서,

상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 가공 부하 및 공구와 가공물간의 간섭 중 선택되는 하나 이상을 예측 연산하기 위한 예측 연산 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항3

제 1항에 있어서, 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에는 오퍼레이터에 의해 임의적으로 입력되는 데이터와 상기 공작기계에 등록된 데이터 및 소정의 메모리 수단에 미리 기억되는 데이터 중 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항4

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 공구와 가공 패턴을 선택하고, 가공 공정을 결정하기 위한 가공 공정 결정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항5

제 4항에 있어서, 상기 가공 공정 결정 수단에 의해 선택되고 결정되는 상기 공구와 상기 가공 패턴 및 상기 가공 공정은 상기 오퍼레이터에 의해 임의적으로 입력되는 데이터인 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항6

제 2항에 있어서,

상기 공구 경로 결정 수단은 공구와 가공 패턴을 선택하고, 가공 공정을 결정하기 위한 가공 공정 결정 수단을 포함하고,

상기 가공 공정 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과에 근거하여, 공구와 가공 패턴 및 가공 공정을 선택하고 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항7

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단에 의해 결정되는 가공 조건들은 오퍼레이터에 의해 임의적으로 입력되는 데이터 및 소정의 메모리 수단에 미리 기억되는 데이터 중 선택되는 하나 이상인 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항8

제 6항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터와, 생성되는 공구 경로와, 상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과, 및 상기 가공 공정 결정 수단에 의해 선택되고 결정되는 공구, 가공 패턴 및 가공 공정에 근거하여, 가공 조건들을 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항9

제 1항에 있어서, 가공될 제품의 형상을 측정하기 위한 가공 형상 계측 수단을 더 포함하는데, 상기 계측 결과를 상기 공구 경로 결정 수단으로 피드백 하여, 가공 정밀도를 향상시키기 위해 상기 공구 경로를 보정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항10

제 9항에 있어서, 상기 가공 형상 계측 수단에 의한 측정 결과에 근거하여, 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 기계 데이터의 내용들을 갱신하여, 상기 예측 연산 수단으로 예측 연산의 정밀도를 향상시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항11

제 2항에 있어서, 상기 공작기계 본체의 온도 또는 그런 종류의 다른 것을 검출하고, 상기 예측 연산 수단으로 상기 검출 결과를 피드백 하기 위한 기계 센서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항12

제 2항에 있어서, 상기 공작기계에 장착되는 절삭 공구의 치수와 형상을 검출하고, 상기 예측 연산 수단으로 상기 검출 결과를 피드백 하기 위한 공구 센서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항13

제 2항에 있어서, 모터에 흐르는 전류와 상기 공작기계 본체의 온도 등을 검출하기 위한 기계 센서 및 상기 공작기계에 장착되는 절삭 공구의 치수와 형상을 검출하기 위한 공구 센서를 더 포함하는데, 상기 검출 결과를 상기 예측 연산 수단으로 피드백 하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항14

제 13항에 있어서, 상기 기계 센서와 상기 공구 센서 중 선택되는 하나의 상기 검출 데이터에 근거하여, 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 기계 데이터와 공구 데이터 중 선택되는 하나의 내용을 갱신하여, 상기 예측 연산 수단으로 예측 연산의 정밀도를 향상시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항15

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 소재 데이터, 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 공구 경로 결정 수단에 생성되고 결정되는 공구 경로와 가공 조건들에 근거하여, 가공될 가공물의 형상을 예측하기 위한 워크 시뮬레이션 수단(work simulation means)을 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항16

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 상기 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 기계 센서의 검출 데이터에 근거하여, 온도와 이송축의 가속, 부하 재배치 등으로 인해 공작기계 위치의 변화량을 예측하기 위한 기계 거동 시뮬레이션 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항17

제 16항에 있어서, 상기 예측 연산 수단의 기계 거동 시뮬레이션 수단은 상기 공구 경로 결정 수단으로 가공 작업 동안 실제로 측정되는 상기 공작기계의 열변형량과 상기 기계 센서의 검출 데이터에 근거하여 예측 연산되는 열변형량 중 선택되는 하나를 출력하여, 상기 공구 경로 결정 수단에 상기 공작기계의 열변형에 의해 달리 발생될 수 있는 가공 정밀도를 악화시키지 않는 공구 경로를 생성하도록 지령하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항18

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터와 상기 공구 센서의 검출 데이터에 근거하여, 회전 상태에서 공구의 길이, 지름, 트립(trip), 날 위치, 마모 등을 예측하기 위한 공구 거동 시뮬레이션 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항19

제 18항에 있어서, 상기 예측 연산 수단의 상기 공구 거동 시뮬레이션 수단은 상기 공구의 트립, 마모 등을 예측 연산하고, 상기 예측 연산된 결과를 상기 공구 경로 결정 수단에 출력하여, 상기 공구 경로 결정 수단에 상기 공구의 트립 또는 마모에 의해 달리 발생될 수 있는 가공 정밀도를 악화시키지 않는 공구 경로를 생성하도록 지령하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항20

제 13항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은

상기 입력 수단으로부터 입력되는 소재 데이터와, 상기 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 공구 경로 결정 수단에 의해 생성되고 결정되는 공구 경로와 가공 조건들에 근거하여, 가공될 가공물의 형상을 예측하기 위한 워크 시뮬레이션 수단과,

상기 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 기계 센서의 검출 데이터에 근거하여, 온도, 이송축의 가속, 부하 재배치 등으로 인한 공작기계 위치의 변화량을 예측하기 위한 기계 거동 시뮬레이션 수단과, 그리고

상기 기억 수단에 기억되는 데이터와 상기 공구 센서의 검출 데이터에 근거하여, 회전 상태에서 공구의 길이, 지름, 트립, 날 위치, 마모 등을 예측하기 위한 공구 거동 시뮬레이션 수단을 포함하는데,

상기 시뮬레이션 수단 각각에서 예측 연산된 결과를 상기 공구 경로 결정 수단에 적용하고,

상기 공구 경로 결정 수단은 상기 예측 연산된 결과에 따르는 공구 경로와 가공 조건들을 생성하고 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항21

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 가공 부하를 예측 연산하고, 상기 예측 연산된 결과를 상기 공구 경로 생성 수단에 적용하여, 상기 공구 경로 결정 수단에 의해 예측된 가공 부하로 인한 공구 변형을 줄이기 위한 공구 경로를 생성시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항22

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터에 근거하여, 공구로 절삭할 수 없는 에어-컷(air-cut) 영역을 예측하고, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 에어-컷 영역에서 공구를 최대 이송 속도로 이동시키기 위한 가공 조건들을 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항23

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터에 근거하여, 공구로 절삭할 수 없는 에어-컷 영역을 예측하고, 상기 공구 경로 생성 수단은 상기 에어-컷 루트를 건너뛰는 공구 경로를 생성시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항24

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터에 근거하여, 가공될 가공물의 내각(內角) 부분을 예측하고, 상기 예측 결과를 상기 공구 경로 결정 수단에 적용하고, 상기 내각 부분에서 이송 속도를 감속시키기 위한 가공 조건들을 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항25

제 15항에 있어서,

상기 공작기계는 수치 제어 수단을 포함하고, 상기 데이터 기억 수단은 가공물의 여러 가지 재료의 경도, 인장강도 및 탄성계수를 포함하는 재료 데이터를 더 기억시키며,

상기 예측 연산 수단은 가공될 가공물의 형상 데이터와 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 재료 데이터에 근거하여, 가공물의 중량 변화량을 예측하고, 예측된 가공물 중량 변화량과 상기 공구 경로 결정 수단에 의해 결정되는 가공 조건들에 근거하여, 부하 관성을 더 예측하고, 그리고

예측된 부하 관성을 상기 수치 제어 수단에 적용하여, 차례로 파라미터를 보정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항26

제 25항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 현재의 가공 공정과 요구 정밀도를 인식하고, 인식된 가공 공정과 요구 정밀도를 상기 수치 제어 수단에 적용하고, 상기 수치 제어 수단에 파라미터를 보정하도록 지령하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항27

제 15항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 상기 워크 시뮬레이션 수단으로 가공될 가공물의 예측 형상에 근거하여, 공구와 가공물간의 간섭을 체크하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항28

제 2항에 있어서, 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공물 형상 데이터와 소재 데이터에 근거하여, 선택되는 가공 영역 및 상기 가공 영역을 가공하기 위한 공구를 결정한 후, 상기 예측 연산 수단은 상기 가공 영역에서 공구와 가공물간의 간섭을 체크하고, 상기 가공 공정 결정 수단은 간섭이 없을 때 가공될 수 있는 영역으로 상기 가공 영역을 결정하고, 상기 간섭 예측 연산에 의해 결정된 것처럼, 간섭이 있을 때 가공될 수 없는 영역으로 상기 가공 영역을 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항29

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 임의적으로 결정되는 공구와 가공물간의 간섭을 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터에서 체크하고, 간섭이 전혀 발생되지 않는 가공될 수 있는 영역과 간섭이 발생되는 가공될 수 없는 영역을 결정하고, 가공될 범위로서 가공될 수 있는 상기 영역을 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항30

제 4항에 있어서, 상기 가공 공정 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터로 표면 경사를 인식하고, 상기 표면 경사의 차이에 근거하여, 가공 영역을 구별하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항31

제 30항에 있어서, 다른 가공 영역을 다른 색깔로 디스플레이하기 위한 디스플레이 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항32

제 4항에 있어서, 상기 가공 공정 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터로 표면 곡률을 인식하고, 곡률의 차이에 따라 가공 영역을 구별하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항33

제 32항에 있어서, 다른 가공 영역을 다른 색깔로 디스플레이하기 위한 디스플레이 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항34

제 4항에 있어서, 상기 가공 공정 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터의 깊이를 인식하고, 깊이의 차이에 따라 각 가공 영역을 구별하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항35

제 34항에 있어서, 다른 가공 영역을 다른 색깔로 디스플레이하기 위한 디스플레이 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항36

제 2항에 있어서, 상기 예측 연산 수단은 공구와 가공물간의 간섭 체크에 의해 결정되는 가공 영역간에 겹쳐진 부분 또는 한편으로, 공구와 가공물간의 간섭을 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터로 체크함으로써 임의적으로 결정되는 가공 영역간에 겹쳐진 부분 및 다른 한편으로, 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터의 표면 경사, 표면 곡률 및 깊이에 근거하여, 결정되는 가공 영역간에 겹쳐진 부분을 가공될 범위로 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항37

제 6항에 있어서, 상기 가공 공정 결정 수단은 상기 디스플레이 수단에 상기 예측 연산 수단에 의해 이루어진 공구-가공물간의 간섭 체크에 의해 결정되는 것처럼 가공물이 간섭을 하는 가공될 수 없는 영역을 디스플레이하도록 지령하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항38

제 6항에 있어서, 상기 가공 공정 결정 수단은 상기 예측 연산 수단으로 공구-가공물간의 간섭 체크에 의해 결정되는 것처럼 가공될 수 있는 영역으로 가공 범위를 임의적으로 설정하고, 상기 디스플레이 수단에 상기 설정 범위를 디스플레이하도록 지령하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항39

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 인식하고, 가공물이 있는 선택되는 윤곽 가공 패턴에만 가공 영역을 갖는 공구 경로를 생성시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항40

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 인식하고, 한 세트의 선택되는 윤곽 가공 패턴을 포함하는 공구 경로를 생성하고, 공구는 하나의 윤곽 가공 패턴을 따라 공급되고, 그후 다음의 윤곽 가공 패턴으로 소재에 대해 수직방향으로 공급되면 곧 선행하는 윤곽 가공 패턴으로 공급되는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항41

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 인식하고, 가공물이 선택되는 스캔 가공 패턴으로 존재하는 가공 영역만을 갖는 공구 경로를 생성시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항42

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 인식하고, 한 세트의 선택되는 스캐닝 가공 패턴을 포함하는 공구 경로를 생성하고, 공구는 하나의 스캐닝 가공 패턴을 따라 공급되고, 그후 다음의 스캐닝 가공 패턴으로 소재에 대해 수직방향으로 공급되면 곧 선행하는 스캐닝 가공 패턴으로 공급되는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항43

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 인식하고, 선택되는 윤곽 가공 패턴으로 가공물의 내각 부분에서 공구 감속을 방지하기 위한 공구 경로를 생성시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항44

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 인식하고, 선택되는 스캔 가공 패턴으로 가공물의 내각 부분에서 공구 감속을 방지하기 위한 공구 경로를 생성시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항45

제 1항에 있어서, 상기 공구 경로 결정 수단은 상기 입력 수단으로부터 입력되는 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 인식하고, 수직선을 따르는 방향으로 상기 가공 영역 밖에서 상기 가공 영역을 향하는 공구의 크기와 관련되는 공구 경로에서 벗어난 거리에서 릴리프 포인트(relief point)로부터 공구를 이동시키도록 시작하고, 상기 가공 영역에서 공구 크기와 관련되는 공구 경로를 따라 상기 공구를 이동시켜서, 상기 가공 영역에서 가공 작업을 수행하기 위한 공구 경로를 생성시키는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항46

가공물을 가공하기 위한 가공 형상 데이터가 공급되는 가공 시스템에 있어서,
최종 가공물 형상에 관한 가공 형상 데이터와 가공될 소재의 재질과 형상에 관한 소재 데이터를 입력시키기 위한 입력 수단과,
상기 가공물을 가공하기 위한 상기 공작기계의 제원을 나타내는 기계 데이터 및 상기 공작기계에 고정되는 공구의 제원을 나타내는 공구 데이터 중 선택되는 하나 이상을 기억시키기 위한 데이터 기억 수단과,
상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 가공 부하와 공구와 가공물간의 간섭 중 선택되는 하나 이상을 예측하기 위한 예측 연산 수단과,
상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과와 상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터 및 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 공구와 가공 패턴을 선택하고 가공 공정을 결정하기 위한 가공 공정 결정 수단과,
상기 가공 공정 결정 수단에 의해 선택되고 결정되는 공구, 가공 패턴 및 가공 공정과, 상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과와, 상기 입력 수단에 의해 입력되는 데이터 및 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 상기 가공물을 가공하기 위한 가공 경로를 생성하고, 상기 공작기계의 주축 회전 속도와 이송 속도를 포함하는 상기 가공물을 가공하기 위한 조건들을 결정하기 위한 공구 경로 결정 수단과, 그리고
상기 공구 경로 결정 수단에 의해 생성되고 결정되는 공구 경로와 가공 조건들에 따라 상기 공작기계의 작업을 제어하기 위한 수치 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 가공 시스템.

청구항47

가공물과 가공 형상 데이터에 근거하여 바람직한 형상으로 상기 가공물을 가공하기 위한 상기 가공 형상 데이터가 공급되는 공작기계 제어 장치에 있어서,
가공물의 재질 및 형상과 같은 상기 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 입력시키기 위한 입력 수단과,
가공물을 가공하기 위한 공작기계의 이송축 스트로크, 주축 회전 속도 및 이송 속도를 포함하는 기계 제원을 나타

내는 기계 데이터와, 상기 공작기계를 제어하기 위한 수치 제어 유닛의 다양한 파라미터와 같은 제어 데이터, 및 공작기계에 고정되는 공구의 타입, 재질 및 치수와 같은 공구 제원을 나타내는 공구 데이터 중 선택되는 하나 이상을 기억시키기 위한 데이터 기억 수단과,

상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 가공 작업에서 가공 부하와, 공구와 가공물간의 간섭 및 공구의 접촉점 중 선택되는 하나 이상을 예측하기 위한 예측 연산 수단과,

상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과와, 상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터 및 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 하나 이상의 공구와 가공 패턴을 선택하고 가공 공정을 결정하기 위한 가공 공정 결정 수단과,

상기 가공 공정 결정 수단에 의해 선택되고 결정되는 공구, 가공 패턴 및 가공 공정과, 상기 입력 수단에 의해 입력되는 데이터와, 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과에 근거하여, 상기 가공물을 가공하기 위한 가공 경로를 생성하기 위한 공구 경로 생성 수단과,

상기 공구 경로 생성 수단에 의해 생성되는 공구 경로와, 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과를 포함하는 상기 가공물을 가공하기 위한 조건들을 결정하기 위한 가공 조건 결정 수단과, 그리고

상기 공구 경로 생성 수단에 의해 생성되는 상기 공구 경로와 상기 가공 조건 결정 수단에 의해 결정되는 가공 조건들에 따라 상기 공작기계의 작업을 제어하기 위한 수치 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 공작기계 제어 장치.

청구항48

가공물과 가공 형상 데이터에 근거하여 바람직한 형상으로 상기 가공물을 가공하기 위한 상기 가공 형상 데이터가 공급되는 가공 시스템에 있어서,

상기 가공물을 가공하고, 가공되는 제품을 산출하기 위한 공작기계와,

가공물의 재질 및 형상에 관한 상기 가공 형상 데이터와 소재 데이터를 미리 입력시키기 위한 입력 수단과,

상기 가공물을 가공하기 위한 상기 공작기계의 이송축 스트로크, 주축 회전 속도 및 이송 속도와 같은 기계 제원을 나타내는 기계 데이터와, 상기 공작기계를 제어하기 위한 수치 제어 유닛의 다양한 파라미터를 포함하는 제어 데이터 및 상기 공작기계에 고정되는 공구의 타입, 재질 및 치수와 같은 공구 제원을 나타내는 공구 데이터 중 선택되는 하나 이상을 기억시키기 위한 데이터 기억 수단과,

상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터와 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 가공 작업에서 가공 부하와, 공구와 가공물간의 간섭 및 공구의 접촉점 중 선택되는 하나 이상을 예측하기 위한 예측 연산 수단과,

상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과와, 상기 입력 수단으로부터 입력되는 데이터 및 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터에 근거하여, 하나 이상의 공구와 가공 패턴을 선택하고 가공 공정을 결정하기 위한 가공 공정 결정 수단과,

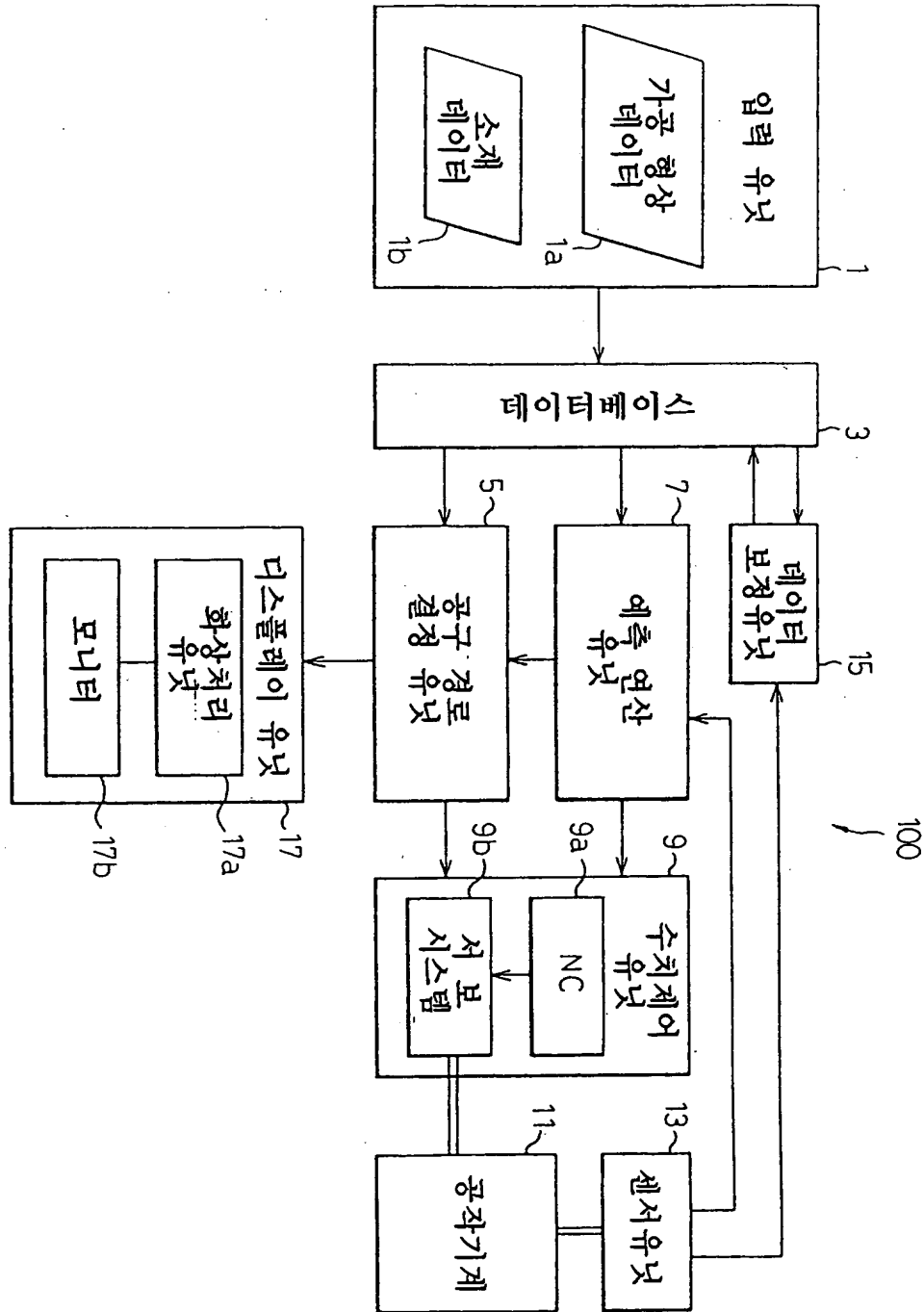
상기 가공 공정 결정 수단에 의해 선택되고 결정되는 공구, 가공 패턴 및 가공 공정과, 상기 입력 수단에 의해 입력되는 데이터와, 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과에 근거하여, 상기 가공물을 가공하기 위한 가공 경로를 생성하기 위한 공구 경로 생성 수단과,

상기 공구 경로 생성 수단에 의해 생성되는 공구 경로와, 상기 데이터 기억 수단에 기억되는 데이터 및 상기 예측 연산 수단에 의해 예측 연산된 결과에 근거하여, 상기 공작기계의 주축 회전 속도와 이송 속도를 포함하는 상기 가공물을 가공하기 위한 조건들을 결정하기 위한 가공 조건 결정 수단과, 그리고

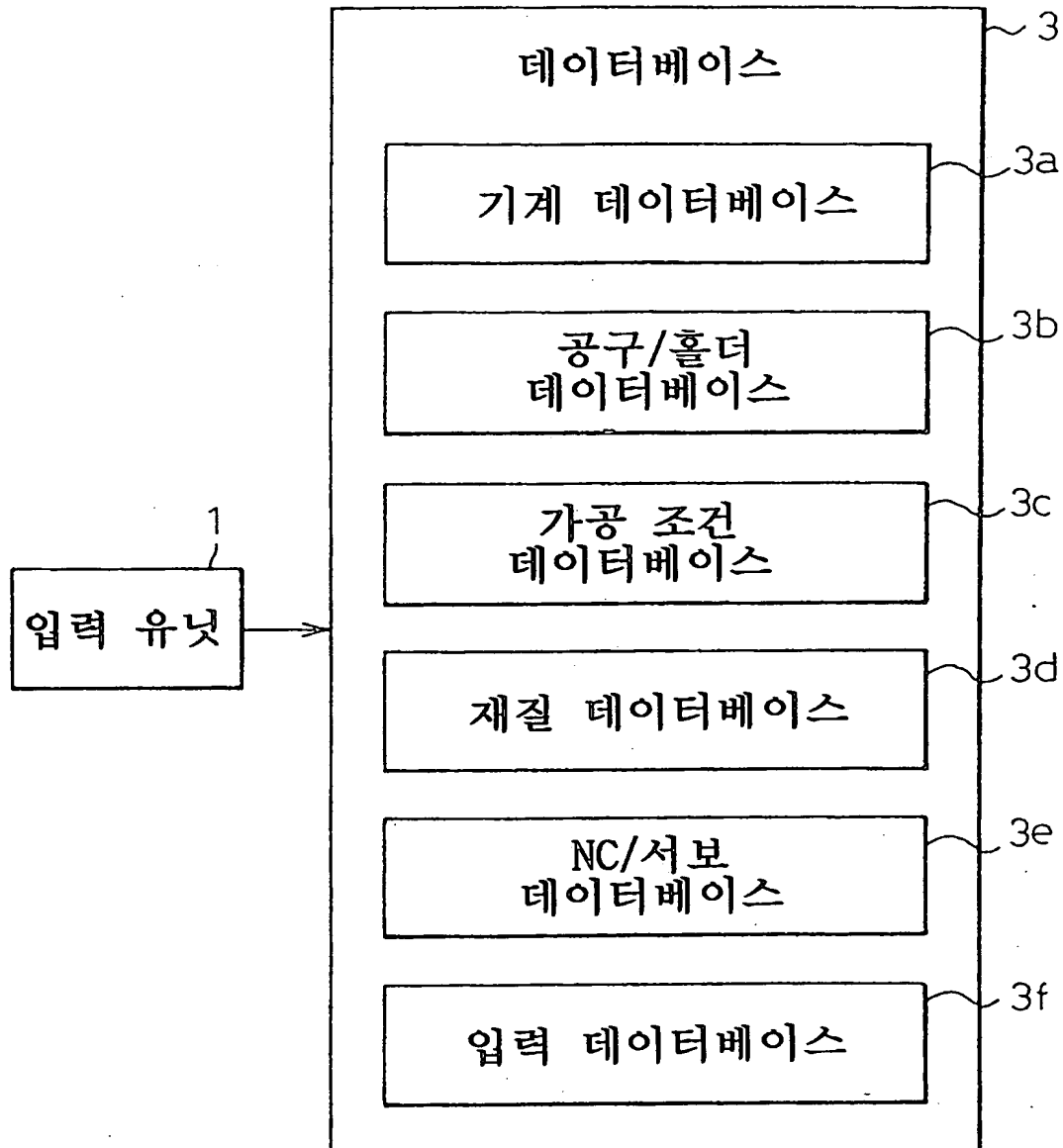
상기 공구 경로 생성 수단에 의해 생성되는 상기 공구 경로와 상기 가공 조건 결정 수단에 의해 결정되는 가공 조건들에 따라 상기 가공 시스템에 대한 공작기계의 작업을 제어하기 위한 수치 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 가공 시스템.

도면

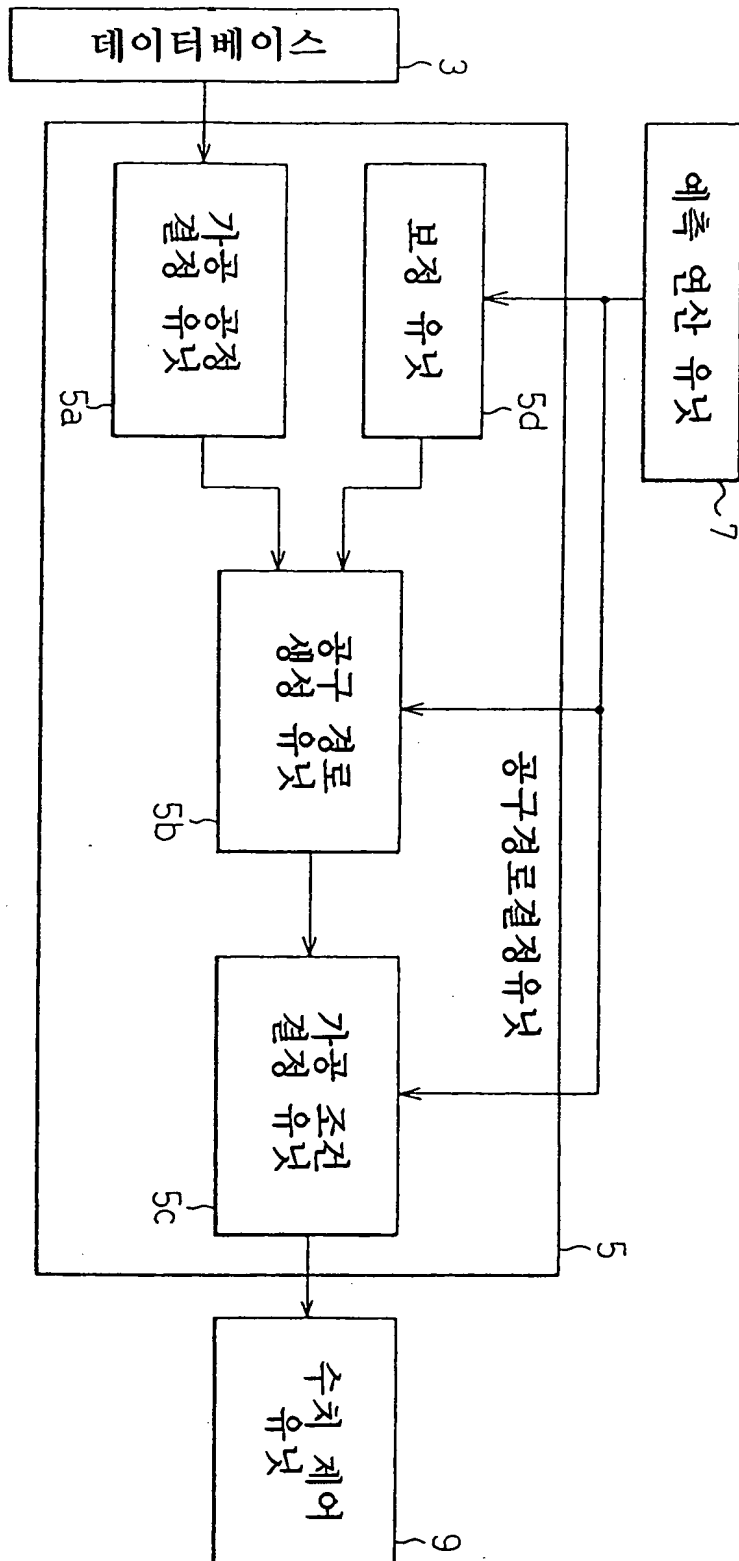
도면1



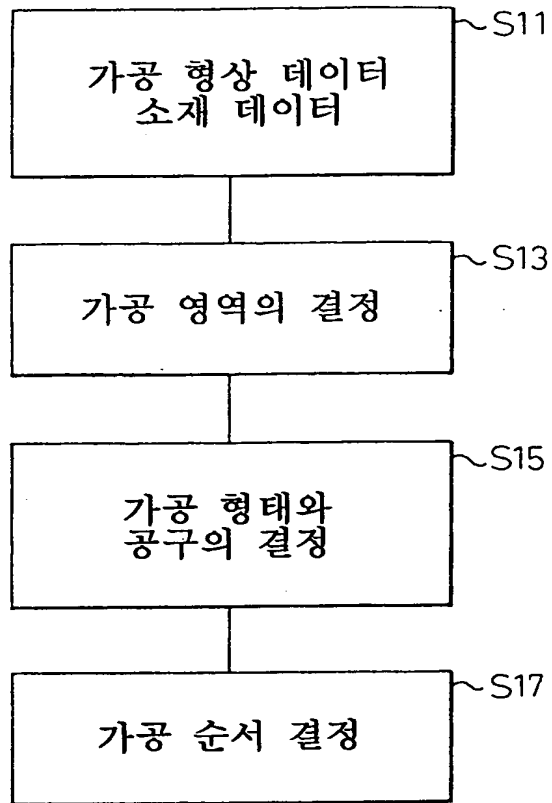
도면2



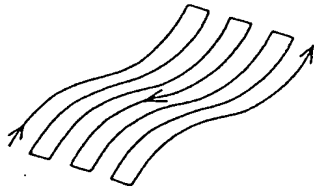
도면3



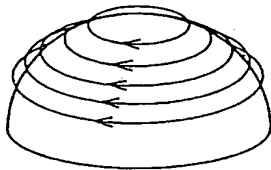
도면4



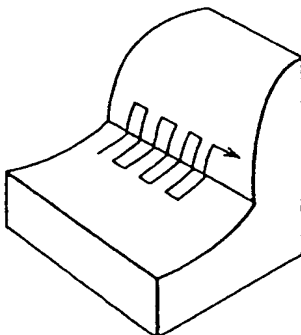
도면5A



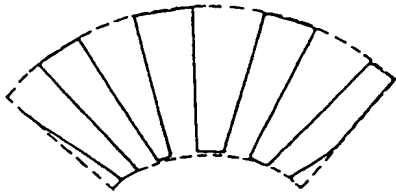
도면5B



도면5C

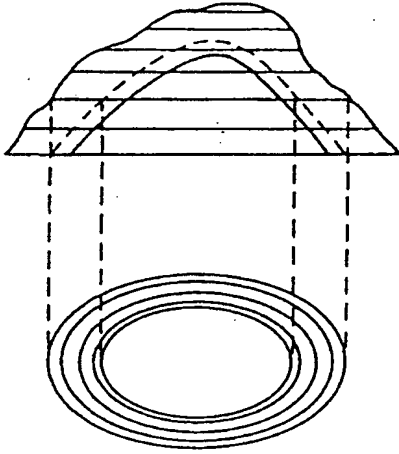


도면5D

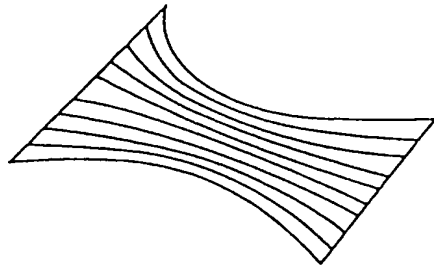


○

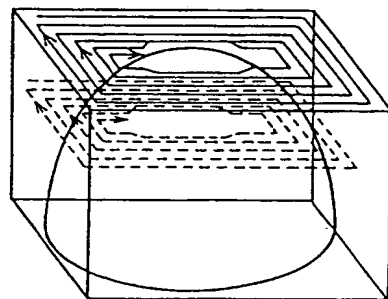
도면5E



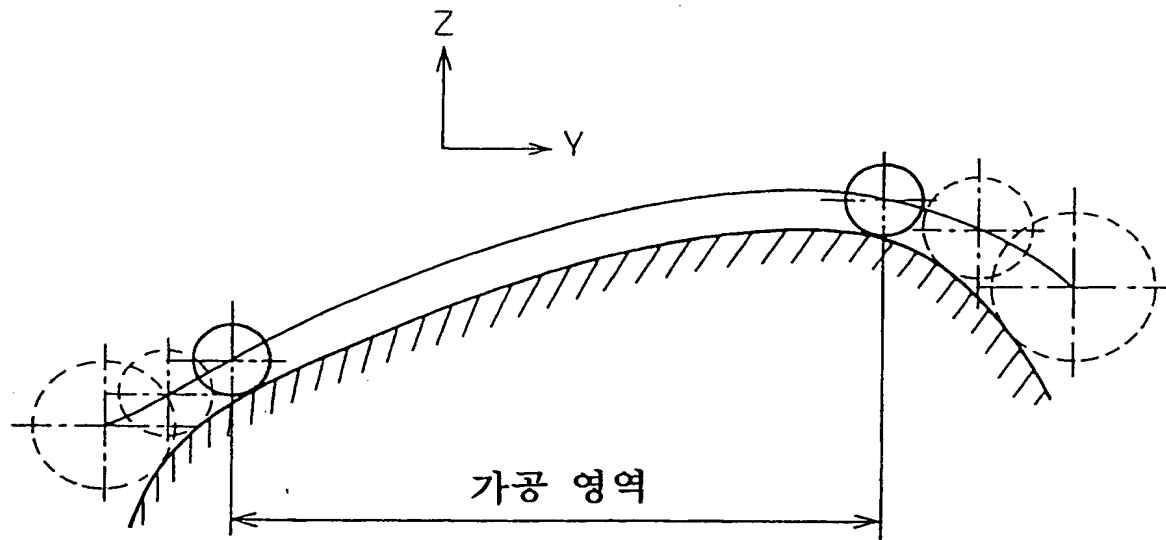
도면5F



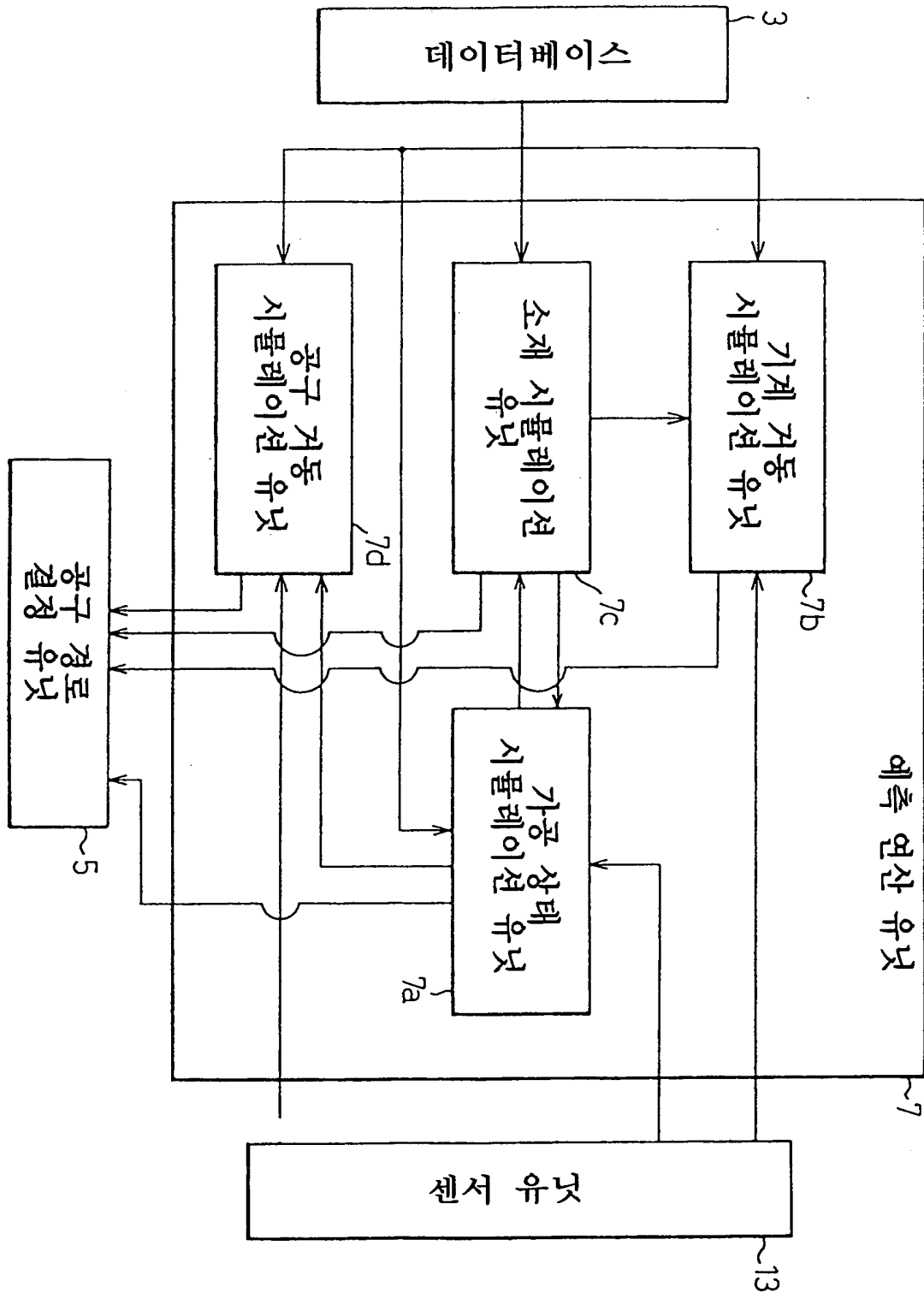
도면5G



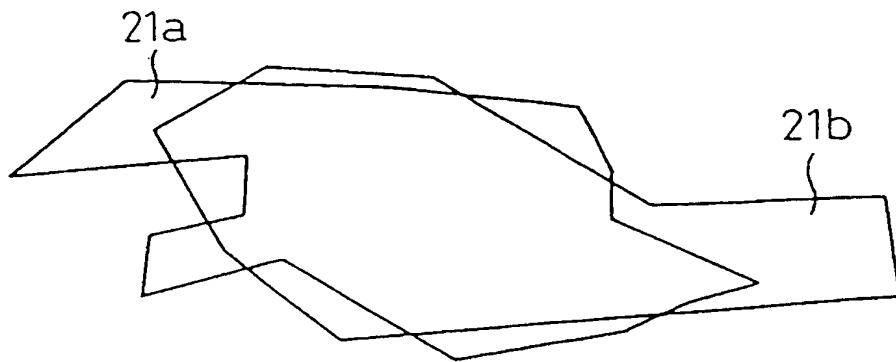
도면5H



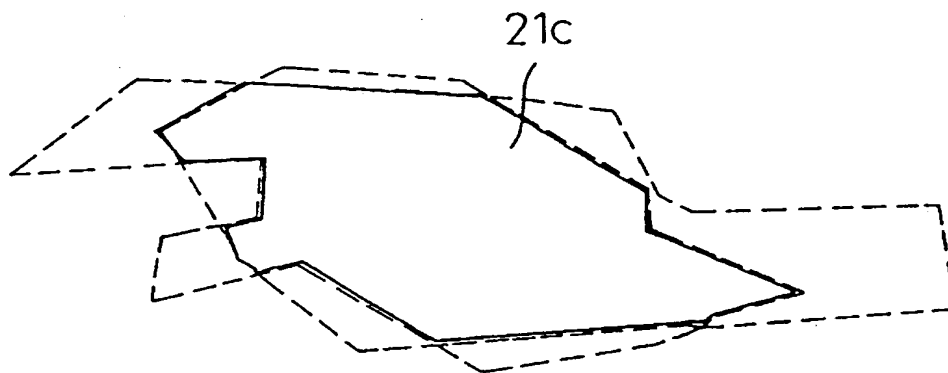
도면6



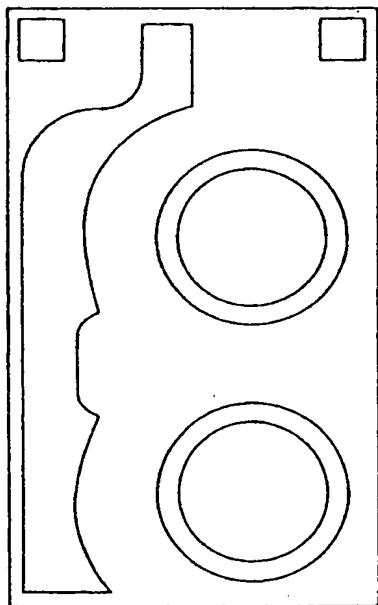
도면 7A



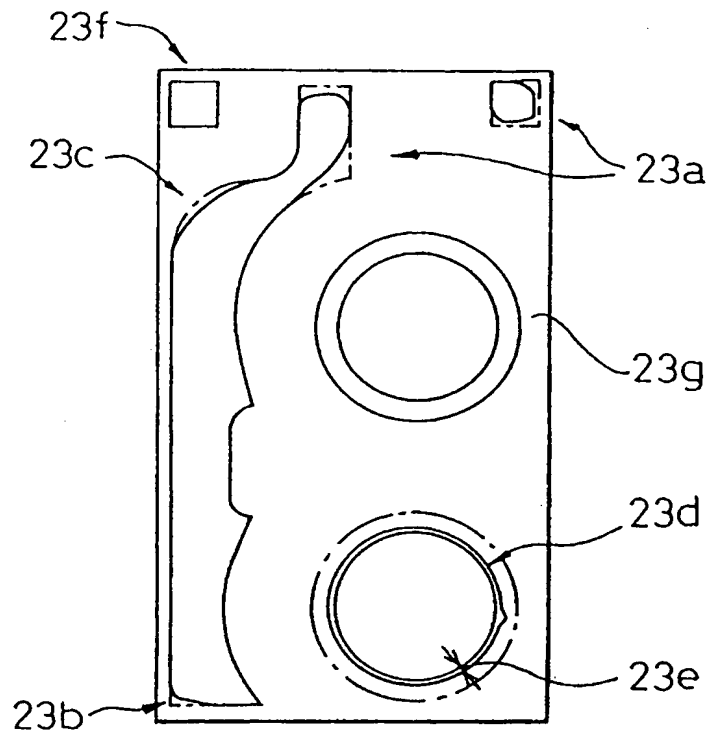
도면7B



도면8A



도면8B



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.